Cahier des charges pour la réalisation du dispositif de prise de vues automatique PHOTORAMPE

P.ROMMELUERE
Version 2 – 28/03/08

Secteur Espace de Planète Sciences - 16, place Jacques Brel - 91130 RIS-ORANGIS
Téléphone : 01-69-02-76-10 / Télécopie : 01-69-43-21-43
www.planete-sciences.org

SOMMAIRE

1. PRESENTATION DU PROJET 3

1.1. OBJECTIFS ET HISTORIQUE DU PROJET 3
1.2. PRINCIPE DU DISPOSITIF 4

2. DESCRIPTION TECHNIQUE 4

2.1. ELEMENTS ET REPARTITION DU DISPOSITIF 4
2.2. CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT 5
2.3. DETAIL DES ELEMENTS 5
2.3.1. Barrière lumineuse : 5
2.3.2. Trépied : 6
2.3.3. Boîtier appareil photographique 6
2.3.4. Coffret pour boîtier appareil photographique 6
2.3.5. Batterie et consommation 7
2.3.6. Pupitre de réglage 7

3. MOYENS, PLANNING ET PERSPECTIVES 9

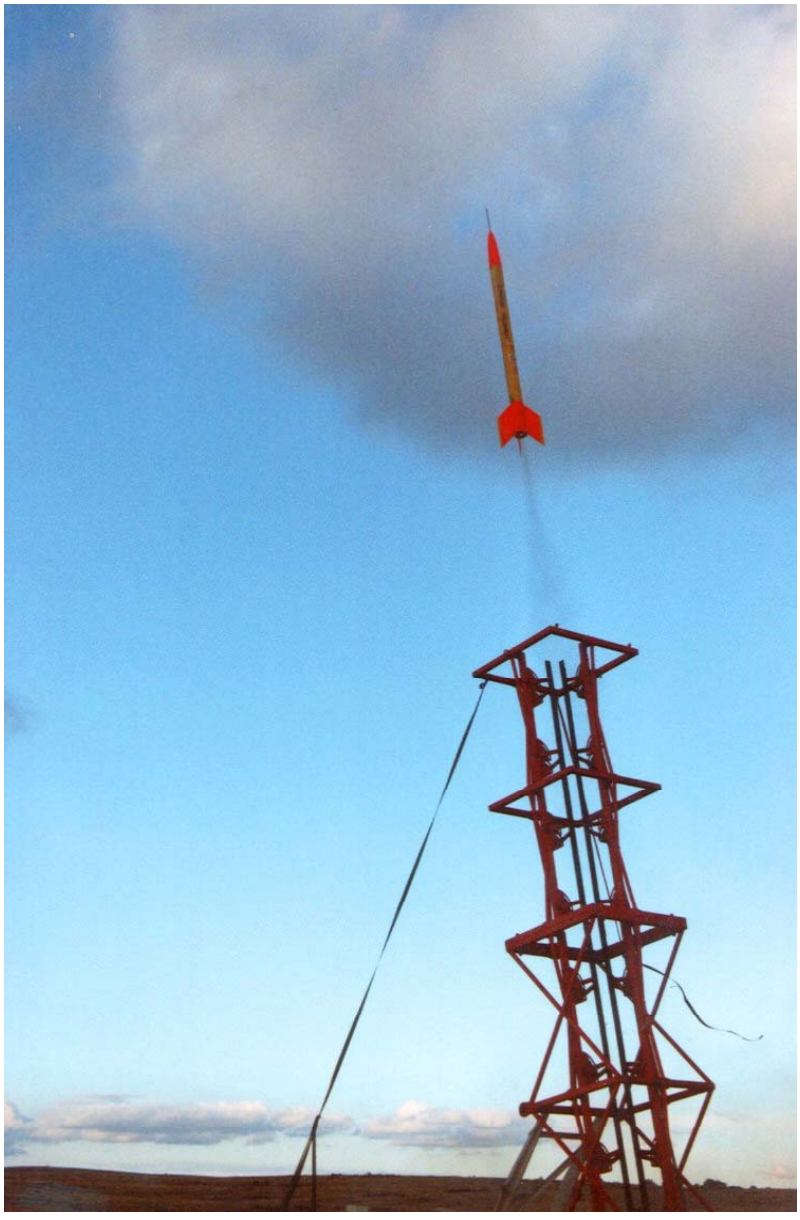
3.1. MOYENS HUMAINS 9
3.2. MOYENS MATERIELS 9
3.3. PLANNING DE DEVELOPPEMENT 9
3.4. DUREE DE VIE DU DISPOSITIF 9

1. Présentation du projet

1.1. Objectifs et historique du projet

Depuis 1962, l'Association Nationale Sciences et Techniques Jeunesse (ANSTJ puis Planète Sciences) propose aux jeunes des activités scientifiques et techniques expérimentales dans le cadre des loisirs et du temps scolaire, avec le concours de grands organismes scientifiques et industriels.

Le secteur espace de PLANÈTE SCIENCES est notamment chargé par le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) d'encadrer les projets spatiaux développé par des jeunes : micro fusées, fusées expérimentales, ballons expérimentaux, expériences en apesanteur...

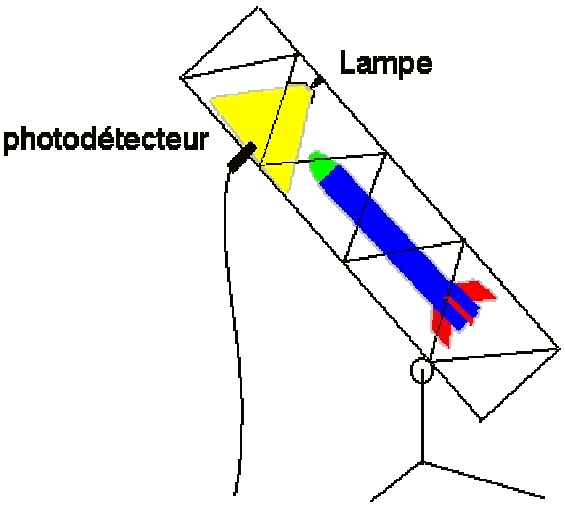


Dans le cadre de ses activités, le secteur Espace de Planète Sciences aide les jeunes à mener à bien leur projets fusées expérimentales. L'aboutissement d'un projet est son envol, qui a lieu exclusivement lors de campagnes de lancements régionales ou nationales.

Lors de ces campagnes, l'éloignement du public à plusieurs centaines de mètres (pour des raisons de sécurité) et la très grande vitesse de décollage des fusées (environ 1000 Km/h) empêche toute prise de vue photographique par les amateurs. Or certaines expériences de reconstitution de trajectoire nécessitent de connaître les caractéristiques dynamiques de la fusée au décollage. Par ailleurs, l'absence de toute photographie de qualité pénalise les clubs lors de tentatives de promotions de leurs projets auprès de partenaires financiers et de leurs futurs membres.

L'expérience PHOTORAMPE consiste en la prise automatique de photos de fusées en sortie de rampe de lancement.

Un dispositif PHOTORAMPE a déjà fonctionné lors des campagnes de lancement de 1998,1999 et 2000 puis abandonné pour cause de lourdeur de mise en oeuvre. L'essor de la photographie numérique, notamment parce qu'elle donne des résultats immédiats et permet beaucoup d'essais à peu de frais, redonne beaucoup d'intérêt à ce projet. Notre objectif est d'utiliser un nouveau dispositif dès la prochaine campagne nationale de lancements pour pallier au manque de photographies de qualité.



1.2. Principe du Dispositif

PHOTORAMPE est un dispositif électronique destiné à déclencher des appareil photographiques avec une grande précision temporelle afin d'obtenir des clichés de vecteurs aérospatiaux amateurs (Fusées, ballons…)

Sa conception lui permet de répondre à l'ensemble des exigences liées aux vitesses des fusées et distances de sécurité à respecter lors des lancements

Le principe du dispositif repose sur l'utilisation d'une barrière lumineuse, (constituée de diodes émettrices et réceptrices) qui est coupée lors du passage d'un aileron de fusée au décollage. L'information de coupure est transmise à un pupitre central qui se charge, après un temps de retard suffisant pour laisser la fusée sortir de la rampe de lancement, d'envoyer une impulsion de déclenchement de prise de vue vers un appareil photographique proche de la rampe de lancement.

Pour chaque lancement, on règle le retard en fonction du poids de la fusée, du type de propulseur et de la rapidité de l'appareil photo. L'appareil est ensuite cadré sur la bonne rampe et la zone de lancement évacuée.

PHOTORAMPE sera fourni par PLANÈTE SCIENCES lors de chaque campagne de lancement. De ce fait, il doit impérativement être simple d'utilisation et robuste. D'autre part, il sera utilisé dans un contexte de campagne où sont généralement prévus plusieurs lancements successifs.

2. Description technique

2.1. Eléments et répartition du dispositif

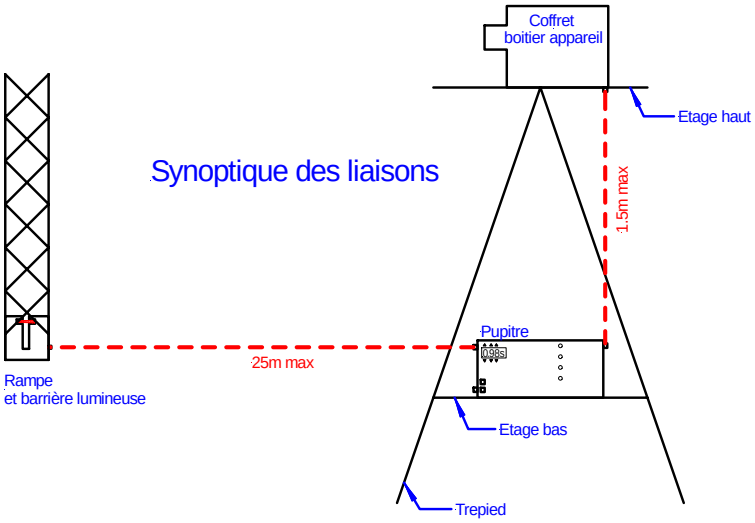
Le dispositif PHOTORAMPE est constitué de :

- Une « barrière lumineuse » intégrant :
  - Un émetteur lumineux
  - Un récepteur lumineux
  - Un système de montage sur rampe de lancement permettant la protection de l'émetteur/récepteur et la détection du passage d'un aileron de fusée.

- Un poste de prises de vues intégrant :
  - Un trépied double étage
  - Un boîtier d'appareil photographique numérique dans un coffret de protection au sommet du trépied
  - Un pupitre de réglage et une batterie au premier étage du trépied.

- Des câbles reliant les éléments
  - Entre barrière lumineuse et poste de prises de vues (alimentation, signal de décollage)
  - Entre les deux étages du poste de prises de vues (Alimentation, signal de prise de vue)

Le plan mécanique ci-dessous donne les dimensions maximales et le mode de câblage sur l'aire de lancement.



2.2. Conditions de fonctionnement

Extérieur, plein soleil, vent pluie.
Indice de protection : IP 45
Température de stockage de -30 à +60°C
Température d'utilisation: de -10 à +45°C
Humidité relative: < 90%

2.3. Détail des éléments

2.3.1. Barrière lumineuse :

La barrière lumineuse est l'organe de détection du décollage de la fusée. Elle doit en un temps très court (<10ms) informer le poste de prises de vues que le fusée a bougé dans la rampe.
La détection du mouvement se fait par coupure par d'un signal lumineux entre un émetteur et un récepteur montés sur la rampe de lancement
En l'absence de mouvement, le signal émis par l'émetteur est normalement reçu par le récepteur.
En mouvement, le passage d'un aileron de fusée coupe de signal lumineux. C'est le retour du signal lumineux (« front montant » en électronique qui doit être pris en compte pour détecter le passage d'un aileron.

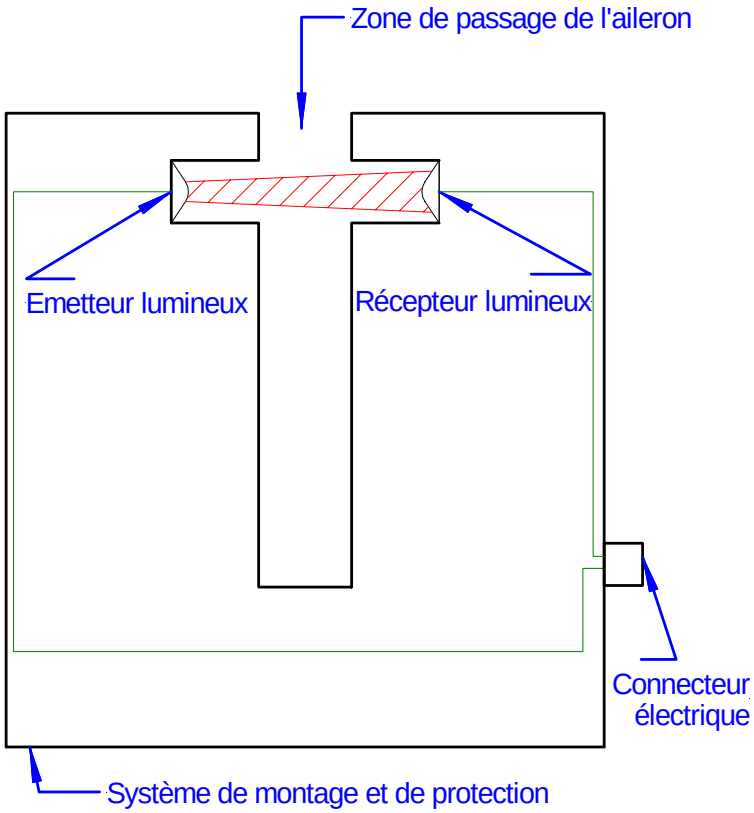


Schéma d'une barrière lumineuse

La figure ci contre montre le principe de montage pour assurer une bonne détection

- Emetteur et récepteur doivent être alignés et placés au fond de trous sombres pour éviter tout choc et parasitage par la lumière ambiante.
- Le signal lumineux doit être intrinsèquement peu parasitable par la lumière ambiante naturelle. Ceci peut être rendu possible par l'utilisation de diodes de lumière de longueur d'onde particulière (infrarouge) et/ou par modulation et filtrage du signal.

- Le système de montage doit résulter d'un bon compromis entre taille, poids et efficacité de protection. Il doit s'installer sur le plus de rampes possible (au minimum sur « Menhir »)
- La consommation électrique doit être minime (voir chapitre sur l'autonomie du système)

2.3.2. Trépied :

Modèle à deux étages

2.3.3. Boîtier appareil photographique

Le modèle de boîtier choisi pour 2008 est un EOS35D de CANON.
Au 25/11/07 , les principales caractéristiques de cet appareil reflex étaient disponibles ici :
http://www.canon.fr/For_Home/Product_Finder/Cameras/Digital_SLR/eos30d/index.asp?specs=1

Il est équipé d'un objectif de focale variable 15-55 f/2.8 (27-88 mm en équivalent 24x36)

Il a été choisi pour :

- La qualité d'image
- Sa vitesse de prise de vue (à mise au point fixe)
- La possibilité de déclenchement électrique par simple fermeture de contact
- La possibilité d'alimentation externe
- La possibilité de désactiver la mise en veille.
- La possibilité de diminuer le temps de pose jusqu'à 1/4000eme de seconde

Le temps de pose minimum a été calculé de la manière suivante :
A la résolution maximale, une image une image de ce boîtier fait 3456 pixels de haut.
Le résultat doit être une image sans bougé (c'est à dire que sur une photo de H pixels de hauteur, un point de la fusée ne doit pas s'étaler sur plus de N pixels pendant la pose) d'une scène de Y mètres de haut où vole une fusée (quasi verticalement) à V m/s.

Le temps de pose doit être inférieur à T=(NxY)/(VxH)

Les valeurs retenues sont :
Y: 14m (1m de sol + 4m de rampe + 3m de vide + 2m de fusée + 4m de vide)
V : 30 m/s (Vitesse d'une fusée à 7m de hauteur)
H : 3456
N : 4 pixels (Si la plus grande impression qui sera faite des photos sera du A2, soit 594mm de haut, alors la fusée s'étendra sur 4x(594/3456)=0.06mm. On est en dessous de la limite perceptible du flou)

Ces valeurs donnent comme temps de pose : 5.40e-4 s soit 1/1851eme de seconde, dans la gamme du boîtier. N peut sans doute être augmenté jusqu'à 10.
Il n'y a à priori pas de craintes à avoir en ce qui concerne l'ouverture ou la sous exposition, car les lancements se font l'été en plein soleil. Et si la profondeur de champ est petite, une fusée nette sur un fond d'arbres flou sera du plus bel effet.

2.3.4. Coffret pour boîtier appareil photographique

Ce coffret doit être placé au sommet du trépied avec :

- Embase pour la connexion du câble électrique de commande et alimentation.

- Eventuellement avec filtre neutre pour la protection de l'objectif. Si le filtre peut aussi se monter sur le boîtier, on préférera cette solution avec en plus un pare-soleil.
- Un trou latéral pour fixation du boîtier via une vis au pas photographique.

Il est conseillé de réaliser un coffret solide, étanche et à l'intérieur entièrement capitonné avec charnière pour la facilité d'introduction de l'appareil.

2.3.5. Batterie et consommation

La batterie utilisée pour l'alimentation de tout le dispositif est une YUASA Plomb/Acide 12V rechargeable de 17Ah.
Le dispositif doit être prévu pour fonctionner sans recharge durant 12h.
En conséquence, sa consommation moyenne ne doit pas excéder 1.25A
La batterie doit faire partie du pupitre. Son poids servira de lest au trépied.

2.3.6. Pupitre de réglage

Le pupitre de réglage doit être placé au premier étage du trépied qui constitue le pose de prise de vues. Ses fonctions sont :

- Générer le signal de l'émetteur de la barrière lumineuse et détecter l'information de décollage en provenance du récepteur lumineux
- Après un temps prédéterminé (par réglage manuel), fermer un contact électrique pour provoquer une prise de vue du boîtier photo
- Alimenter le boîtier photo
- Disposer d'un mode de test de vitesse du boîtier appareil photo.

Le schéma suivant recense les interfaces électriques ou utilisateur que le pupitre doit avoir.

Repère	Fonction	Nature
1	Connecteur de charge batterie (13.8V / 1.5A max.). Pourra aussi servir de connecteur d'alimentation externe durant les tests	Connecteur vérrouillable 2 broches

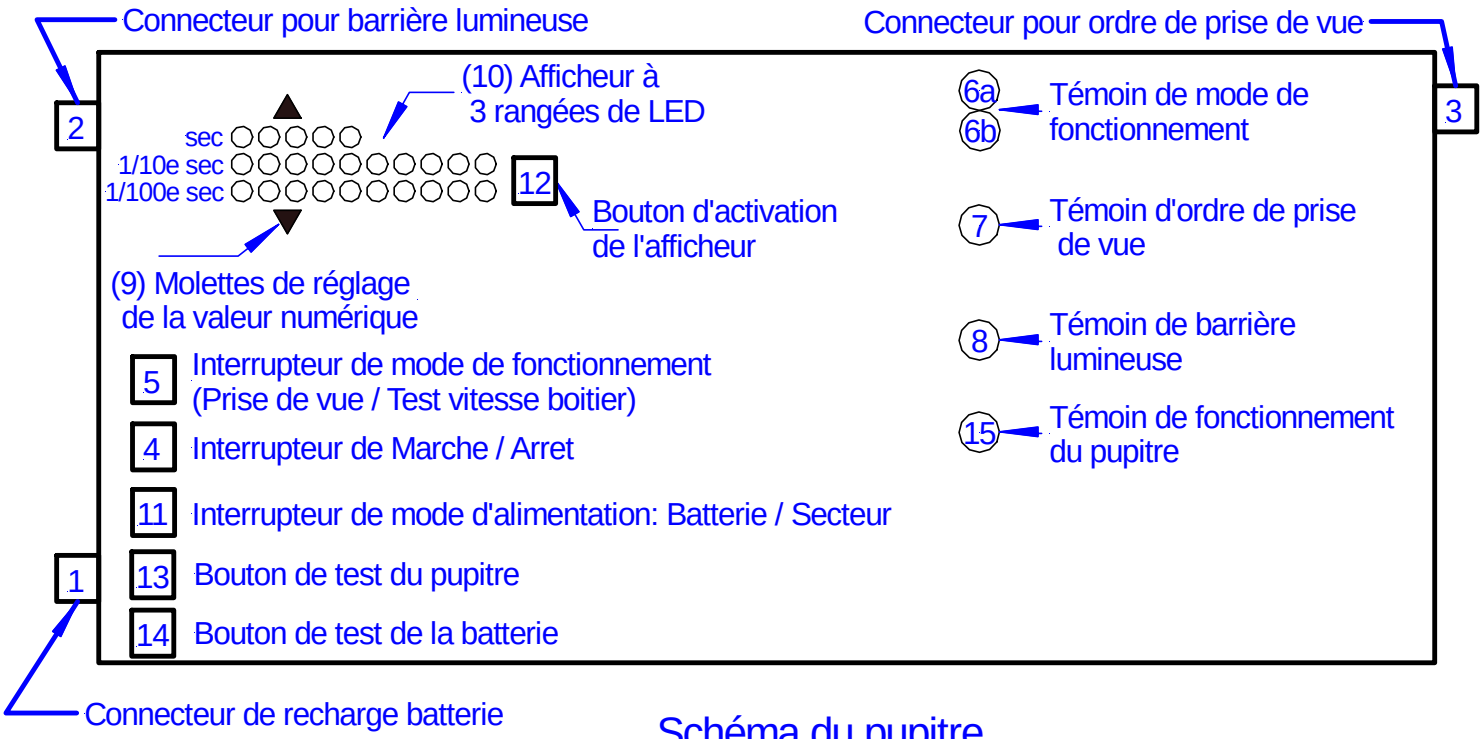


Schéma du pupitre

2	Connecteur pour barrière lumineuse.	Connecteur vérrouillable 4 broches minimum
3	Connecteur pour ordre de prise de vue et alimentation boîtier photo.	Connecteur vérrouillable 4 broches.
4	Interrupteur de Marche / Arrêt . Il est important que la position « Arrêt » coupe complètement le circuit de la batterie pour éviter la décharge de cette dernière.	Interrupteur 2 positions
5	Interrupteur de mode de fonctionnement. Il conditionne l'afficheur à segments et les témoins de fonctionnement.	Interrupteur 2 positions
6a,6b	Témoin de mode de fonctionnement : Prise de vue / Test vitesse boîtier	LEDs forte luminosité. La LED témoin de mode « prise de vue » doit être clignotante pour limiter la consommation électrique.
7	Témoin d'ordre de prise de vue : Doit s'allumer pendant 1s à chaque ordre de prise de vue	LED forte luminosité.
8	Témoin de barrière lumineuse : En mode test barrière, doit s'allumer lorsque le signal lumineux de la barrière n'est pas coupé.	LED forte luminosité.
9	Dispositif de réglage du temps de retard. En mode prise de vue, une l'utilisation du dispositif doit provoquer l'affichage du temps de retard pendant 10 secondes.	Touches à pression en nombre suffisant ou vernier pour régler 0.00 à 9.99s par pas de 0.01s
10	Afficheur à 3 rangées de LED. • En mode prise de vue, il doit rester normalement éteint et afficher une valeur que lors de l'utilisation du dispositif de réglage. • En mode « test vitesse boîtier ». Il doit rester allumé à 0.00s et commencer à incrémenter le temps dès que le signal de barrière lumineuse est coupé. Dans ce mode, le boîtier sera orienté pour prendre une photo de l'afficheur. La valeur photographiée sera celle de la somme des retards à la prise du vue imputable au boîtier, à la chaîne de traitement du signal de barrière et à la fermeture de contact pour prise de vue.	Afficheur à segments ou cristaux liquides. Robustesse et forte luminosité requises.
11	Interrupteur de mode d'alimentation : Batterie / Secteur. Le mode secteur permet aussi de recharger la batterie.	Interrupteur 2 positions
12	Bouton permettant l'affichage du retard lorsque l'on en en mode 'Prise de vue'	Bouton poussoir
13	Bouton de test du pupitre lorsque la barrière lumineuse n'est pas disponible. Un appui sur ce bouton doit avoir la même fonction qu'une coupure de la barrière lumineuse.	Bouton poussoir
14	Bouton de test de la batterie. Une pression sur ce bouton doit afficher la tension de la batterie (en V) sur l'afficheur	Bouton poussoir
15	Témoin de fonctionnement du pupitre. Allumé en fonction de l'état de l'interrupteur Marche/Arrêt	LED

Au vu des fonctions de comptage et de détection à réaliser, l'utilisation d'un microcontrôleur faible consommation est recommandée

3. Moyens, planning et perspectives

3.1. Moyens humains

Le développement et la réalisation sont intégralement assurés par des bénévoles de PLANÈTE SCIENCES pour une durée estimée à une centaine d'heures.

3.2. Moyens matériels

3.3. Planning de développement

Dates	Action
01/09/07 - 01/11/07	Etude de faisabilité - calcul du coût
01/11/07 – 31/12/07	Achat des plus gros éléments
01/01/07 – 01/03/08	Réalisation - intégration
01/03/08 – 15/03/08	Rédaction d'un manuel d'utilisation
01/03/08 - 30/08/99 Et période de campagne nationale de lancements	Tests et validation Distribution de photo numériques
01/09/08 - 30/09/08	Distribution de tirages photographiques

3.4. Durée de vie du dispositif

Le projet, dans sa version actuellement prévue, est destiné à fonctionner avec un entretien mineur pendant 5 ans.